



滨海盐碱地 园林规划设计

张 清 李培军 王国强 编著

中国林业出版社

滨海盐碱地 园林规划设计

张 清 李培军 王国强 编著



图书在版编目 (CIP) 数据

滨海盐碱地园林规划设计 / 张清, 李培军, 王国强编著. — 北京: 中国林业出版社, 2012.12
ISBN 978-7-5038-6807-8

I. ①滨… II. ①张… ②李… ③王… III. ①滨海盐碱地—园林—规划 ②滨海盐碱地—园林设计 IV. ①TU986

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第252988号

出 版: 中国林业出版社 (100009 北京西城区德内大街刘海胡同7号)

网 址: <http://lycb.forestry.gov.cn> Email: pubbooks@126.com

电 话: (010) 83224477

发 行: 新华书店北京发行所

印 刷: 北京中科印刷有限公司

版 次: 2013年1月第1版

印 次: 2013年1月第1次

开 本: 889mm × 1194mm 1 / 16

印 张: 13

字 数: 376千字

定 价: 168.00元



编 著：张 清 李培军 王国强

参加编写：项劲松 王军伟 张帮明 谷运年 黄明勇

其他参与人员（以姓氏笔画排序）：

马以桂	王 磊	王兴达	王旭东	王耐君
王振宇	尤再健	孔令文	左 旭	石 磊
申 晨	吕雷荣	任 娜	刘 洁	刘桂茹
闫瑞真	李娅莉	李维之	杨 菁	邳学杰
张 丹	张 兴	张 婷	陆海燕	罗 乐
岳俊杰	周洪义	郑庆瑞	孟令起	赵 璐
郝风博	胡 军	侯俊伟	袁 静	索伦高娃
徐金城	徐舒阳	钱贵明	唐廷贵	薛 原





人之本在地 地之本在宜（代序）

——赞《滨海盐碱地园林规划设计》

中华民族风景园林规划设计的核心理法是“借景”，“巧于因借，精在体宜”说明要觅因成果地体现用地的地宜。滨海盐碱地的面积广大，对人居环境影响大，但是个众所周知的难题。中国哲学对难的诠释是“先难而后得”。盐碱地不适合一般植物生长，但宜于耐盐碱的植物生长，这便是盐碱地之地宜。此书从汲取前人的经验着手，进行了比较广泛、深入的调查研究，从选择耐盐碱的植物和进行人工排盐的手段，局部改良土壤、大面积以适生植物种植以求持续发展，并对实践作了系统的介绍和科学的总结，在工程措施和科学技术手段方面有所创新，在承前启后、与时俱进方面取得了初步的成果，在攻克园林植物种植的难关方面取得了可喜的成果，值得庆贺，值得推广。

管子说：“人与天调而后天下之美生。”今后发展的方向应将培养耐盐碱植物遗传育种的工作放在首位，以人为适应自然为主，排盐工程也要进一步深入发展，在切断盐碱毛细管和利用天然降水稀释盐碱的浓度方面下工夫。这是一项实践性很强的设计和研究工程，直接影响人居环境的自然环境质量，是我们有所为之事，实际工作中也存在一些违反自然规律的事如炸山填海等，这就是有所不为的内容。香港凤凰卫视有个主题节目叫“天怒”，自然是自其然也，并没有有意识对人报复，但人违反自然后却必然会得到“虽成必败”的恶果。

孟兆桢
壬辰深秋

人：本在地 地：本在育

—— 禁毁地强林地园林规划设计

中科院北京园林规划设计研究中心编著
“借景”，“巧于因借，精在体宜”说明要见因成景，地体现因地的地宜。禁毁地强林地的面积广大，对人与景观影响大，但整个文献所关的有限。中国园林对景的解释是“施性而存性”。强林地不适合一般树种生长，但宜于耐强地的树种生长。如银杏强地土地宜。此书从汲取前人的经验着手，进行了比较广泛、深入的调查研究，从选择耐强地的树种和进行人工种植的手段，局部改良土壤，大面积以乡土树种种植以来强地发展，并对实践作了系统的分析和科学的总结。在工程措施和科学技术手段方面有所创新。在原稿基础上，当时建设方面取得了初步的成果。为强地因林植树种植的有关方面取得了丰富的成果，值得借鉴，值得推广。

管子说：“人与天调而天下之美生”。

今后发展的方向应培养耐强地树种进行造林

20×20=400

北京林业大学论文纸

的工作放在首位，以人为主体自然为主，景观工程也要进一步深入发展。在强地强林地也要利用又上降水强林地的外度下而下地。这是一项实践性很强的设计和研究的工作。强地对人环境的自然环境影响，使我们有所为与事。实际工作中也存在一些违反自然规律的现象。如山理柏等，^{这仍}中也有有所不为的内容。香港凤凰台有个工程名叫“又思”。自然来自然成也，并没有有意刻以强地。但人违反自然规律必会得到“造成必败”的结果。

王兆植

王兆植

20×20=400

北京林业大学论文纸

前言

环境保护和建设已经成为当今人类社会面临的共同课题，生态环境质量直接关系到经济社会能否可持续发展。近年来，随着我国经济的飞速发展，“生态宜居”城市正成为人们追求的目标。对于具有盐碱特点的沿海城市和新经济区域的生态建设来说，由于立地条件差（土壤含盐量高、地下水位高、矿化度大），植被稀少，极易受风暴潮、盐碱化、风沙化、盐尘暴的严重影响，生态系统十分脆弱。在此条件下要将原为滨海滩涂、盐田和盐碱荒地建设成海滨休闲旅游、生态廊道、生态组团和生态宜居城区无疑是一个巨大的挑战，其园林规划设计除具有一般园林规律之外，还具有其自身特点。

滨海盐碱地园林规划设计必须尊重科学、遵循自然规律，采取工程与生物相结合的技术措施。一是要采取工程改良措施，降低地下水位和降低土壤盐分对园林植物的危害，为植物生长创造条件，这是实现园林设计思想的基础；二是充分挖掘和利用耐盐植物和盐生植物资源。工程措施和生物措施是盐碱地园林规划设计必须充分考虑的两项重要内容。

盐碱地城市园林规划设计是一个富于想象、充满活力和创新的新兴领域，是与城市建设实践紧密联系和结合在一起的，产生于实践又服务于实践，处于理想而又立足于现实，是理论创新和实践创新的有机结合。本书编写是以天津泰达园林规划设计院 25 年来在天津滨海新区盐碱地和江苏、山东、河北、辽宁等省份沿海城市规划设计实践为基础，围绕滨海盐碱地怎样进行园林规划设计，充分总结多年来滨海盐碱地园林规划设计的研究成果和实践经验。我们首先针对滨海盐碱地的特点，提出滨海盐碱地不同工程排盐技术模式和方法以及土壤培肥技术措施；其次结合景观需要，对不同观赏植物和滨海地区盐生植物资源进行了分类介绍、提出盐碱地城市绿化植物选择和不同功能绿地人工群落植物配置模式；最后结合近年来我们在滨海盐碱地园林规划设计实践案例进行了介绍。

本书在编写过程中参考和引用了有关书籍和文献，特此致谢！

由于编著者学识水平有限，书中的遗漏、不妥甚至错误之处恐难避免，恳请读者批评指正。



2012 年 11 月



目 录

序	孟兆祯
前 言	张 清

第一章 概述..... 1

第一节 滨海盐碱地的分布与成因	2
一、滨海盐碱地分布	2
二、滨海盐碱地成因	2
第二节 滨海盐碱地的园林生态环境	3
一、辐射	4
二、温度	5
三、水分	6
四、土壤	7
五、大气	9
第三节 滨海盐碱地绿化可持续发展	10
一、概况	10
二、滨海盐滩绿化发展历程及面临的突出矛盾	10

第二章 园林规划设计的依据、原则和程序..... 13

第一节 园林设计的依据	14
一、科学依据	14
二、社会需要	14
三、功能要求	14
四、经济条件	14
第二节 园林设计的原则	15
第三节 园林设计的程序	15
一、前期设计准备阶段	15
二、方案设计阶段	16

三、初步设计阶段	17
四、施工图设计阶段	19

第三章 盐碱土改良工程设计..... 23

第一节 排水排盐工程设计	24
一、明沟排水	24
二、暗管排水	24
三、铺设隔淋层	28
四、暗管与隔淋层相结合	28
第二节 竖向工程设计	28
第三节 土壤改良工程设计	30
一、种植土的理化指标	30
二、增施肥料	30
三、添加化学改良剂	31
四、土壤掺拌改良设计	32

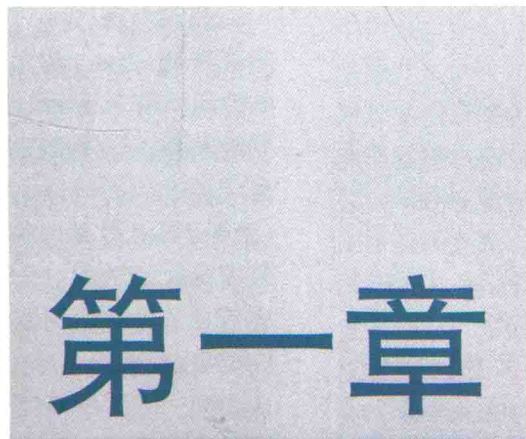
第四章 给水工程设计..... 33

第一节 绿化给水量计算	34
第二节 绿地给水形式	35

第五章 土建工程设计..... 39

第一节 山水工程	40
一、陆地及地形	40
二、水体及地形	43
第二节 道路桥梁工程	53
一、园路类型	53
二、园林道路铺装工程设计	56
三、园林道路铺装选材	59
四、园路场地结构设计	60

五、园路场地设计施工要点	60	第四节 种植设计基本形式与运用	110
六、园桥	63	一、自然式种植形式	110
第三节 园林建筑工程	66	二、规则式种植形式	113
一、园林建筑的分类	66	三、混合式种植形式	115
二、园林建筑组合形式	69	第五节 绿地种植设计	115
三、园林建筑土建工程	69	一、公园绿地植物配置设计	115
四、园林小型建筑设施与小品工程	70	二、生产绿地植物配置设计	116
第六章 种植工程设计	87	三、防护绿地植物配置设计	116
第一节 种植设计原则	88	四、附属绿地植物配置设计	116
一、以人为本的原则	88	五、居住区绿地植物配置设计	116
二、科学性原则	88	六、道路绿地植物配置设计	116
三、艺术性原则	89	七、其他绿地植物配置设计	117
四、生态性原则	89	第六节 滨海盐生植物	118
五、历史文化延续性原则	90	一、盐生植物的分类	118
六、经济性原则	90	二、滨海盐生植物资源	118
第二节 种植设计程序	90	第七章 滨海盐碱地园林规划设计实例	173
一、综合分析研究阶段	90	一、天津开发区生态园林构建实例	174
二、确定风格主题阶段	91	二、天津港东疆港园林绿地系统规划	180
三、确定平面布局阶段	91	三、天津开发区泰丰公园规划设计	182
四、确定立面构图阶段	91	四、天津泰达滨海广场规划设计	185
五、选择植物品种阶段	92	五、天津滨海新区三河岛遗址生态公园 景观设计方案	186
六、细化推敲完善阶段	92	六、天津临港工业区生态景观林带	189
第三节 园林植物功能与运用	92	七、唐山曹妃甸森林公园规划设计	192
一、建造功能	92	八、青岛胶州湾滨水景观设计	193
二、环境功能	94	参考文献	195
三、观赏功能	94		
四、美学功能	109		



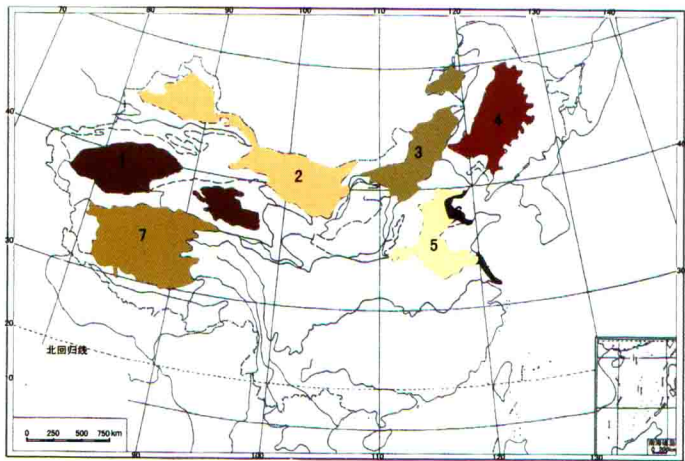
概述

第一节

滨海盐碱地的分布与成因

一、滨海盐碱地分布

我国有漫长的海岸带,由于各地入海江河携带大量泥沙汇流入海,又经海水的岸流作用,使海口海岸带不断淤积成陆。但由于沉积母质的来源不同,各海滩平原形成过程中水动力条件、地质基础与生态环境不一致,因而沿海滩涂盐土的分布及其成土条件、生态环境、盐渍土特性及人为干预情况等也不尽相同,性质具有一定的差异。就海岸带的形成与地貌特征来看,长江以南多为基岩港湾海岸,盐渍土多呈斑点状或狭条状断续分布,宽度为几十米或百余米,最宽的也不过 10 ~ 20km;长江口以北多为河口平原淤泥海岸,滩涂范围较宽,盐土多呈连片带状大面积分布,一般宽度 10 ~ 20km,最宽的可达 50 ~ 60km 以上,总面积达 100 万 km²。我国滨海盐渍土大多数为微碱性至碱性,pH 值在 7.5 ~ 8.5 之间,绝大多数为氯化物盐土类型,而长江口以南诸省的滨海盐土,分布零星,但也有逐年增加的趋势。由于它地处热带和亚热带,年降水量大,土壤的淋洗作用强烈,滩地受海潮浸渍而形成盐土,通过雨水淋盐逐渐淡化为盐渍化土壤,1m 土体含盐量小于 0.6%。这里既有以氯化物为主的微碱性滨海盐土,也有在红树林群落影响下形成的酸性硫酸盐盐土,pH 值在 4.0 左右,盐分组成中以铁、铝的硫酸盐为主(图 1-1, 1-2)。



1. 内陆盆地极端干旱盐渍土区；2. 内陆盆地干旱盐渍土区；3. 宁蒙高原干旱盐渍土区；4. 东北平原半干旱半湿润盐渍土区；5. 黄淮海平原半干旱半湿润盐渍土区；6. 滨海盐渍土区；7. 青藏高原高寒和干旱盐渍土区。

图 1-1 中国盐碱地分布示意图

二、滨海盐碱地成因

滨海盐土的形成可分为地质过程和成土过程两个阶段,地质过程可分为水下堆积盐渍时期和地质积盐时期;成土过程又可分为自然成土时期和耕种成土时期,后者又有旱作耕种和稻作耕种熟化之分。

1. 地质过程

我国沿海各大、中、小河流,每年输入海洋的泥沙约 20 亿 t 余,每年在河口及潮间带淤涨成陆的面积约 3 万 hm² 余。其中黄河每年携带 12 亿 t 泥沙入海,在河口三角洲及附近沿海潮间带沉积。河流夹带的泥沙,一经输入海域成为水下堆积物(淤泥)时,淤泥与海水的盐分迅速达到平衡状态,而成为盐渍淤泥,含盐量大大增加。当淤泥长成陆后,又受海潮周期性的淹没和浸渍,便开始了地质积盐过程,因此盐渍淤泥经过水下盐渍淤泥,日高潮、月高潮漫漫带盐渍淤泥等几个阶段,逐渐过渡形成滨海盐土,这个阶段基本上属于盐分的地质积累过程(图 1-3)。

2. 成土过程

在盐渍淤泥长期脱离海水的影响后,由周期性积盐逐渐转入季节性脱盐,受自然生态环境影响或人为耕种的双重影响,开始了自然植被繁衍,土壤肥力不断提高。该阶段为滨海盐土的成土过程,这个过程又可分为自然成土时期和耕种成土时期。

(1) 自然成土时期:在潮浸频率很高的日潮淹没带,滩涂、地下水和海水三者的盐分呈平衡状

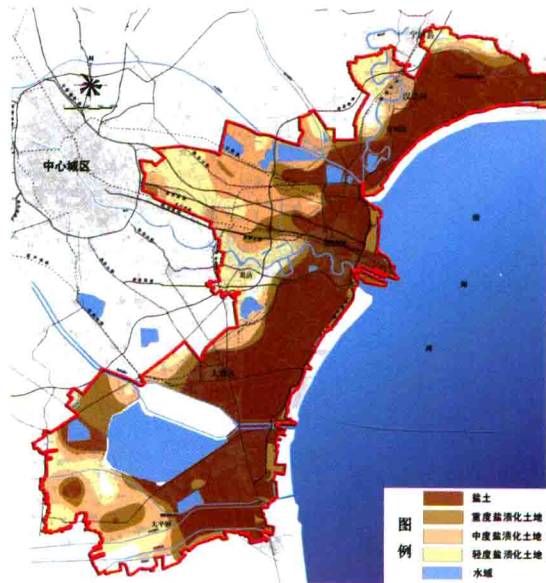


图 1-2 天津滨海盐碱地分布示意图

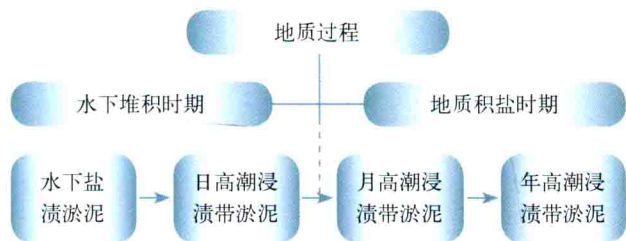


图 1-3 滨海盐碱土地质过程

态,含盐量高,盐分组成一致,高等植物难以生长,地面光裸。随着滩面淤高和潮浸频率降低,生态环境条件的改变,在月潮淹没带的光滩上,虽蒸发积盐作用强烈,但耐盐性强的盐蒿等植物开始生长,有的形成盐蒿滩,土壤形成过程加强,积盐过程逐步减弱,开始向草甸植被或沼泽植被过渡。随着脱盐过程的发展,逐步形成滨海草甸盐土和各种盐化草甸土。在自然成土时期,耐盐草甸草本植物起着主要作用,但滨海各岸段的气候、潮汐、地形等对植物群落的发展也有很大影响。如天津滨海地区盐生植被主要植物群落演替序列,一般为盐地碱蓬群落→碱蓬+獐毛群落→盐地碱蓬+芦苇群落→碱菀+芦苇群落→芦苇群落;草本植物阶段后期,由于环境条件的显著改善,为木本植物的定居创造了条件。先是一些灌木出现,它们常与草本植物混生,以后灌木增加,形成灌木群落;随着灌木群落的发展,乔木也开始出现。随着时间的推移,植株逐渐增多,覆盖度逐渐增大,最后形成与当地大气候相适应的乔木群落。而相应地反映出的土壤系列,由光滩(滩涂)→滨海盐土→强度盐化→中度盐化→轻度盐化滨海草甸

土,土壤盐分含量由1%以上逐渐减少到0.2%左右。在河口低洼地段或积水洼地中,主要生长芦苇、三棱草、水葱等,伴随着沼泽化过程发展,土壤向滨海沼泽化盐土方向过渡。自然植被类型与土壤盐渍化程度密切相关,植物群落具有指示作用。同时,在一定程度上可反映出地下水和土壤状况。在植被演替过程中,往往后一种植物群落比前者生长更茂密,根系更发达,土壤中植物残体和有机质的积累更快。由于植物根系的活动,可使无结构的坚实土层逐渐变得疏松多孔,土壤物理性状得到改善。在生物覆盖度增加的情况下,可减少土壤水分蒸发,提高土壤渗透性能,增加降雨入渗量,从而加强了淋盐脱盐作用。同时,植物群落对表层土壤性质影响很大。表层土壤这一性质的改善,有利于盐分淋洗,抑制土表返盐。

(2) 耕种成土时期:海涂和滨海盐土一经围垦和改良利用,在人为排水、灌溉、耕作和施肥等一系列改良活动影响下,土壤形成过程即由自然成土时期向耕种成土时期过渡。这个时期在人们培肥改土和耕作管理下,土壤肥力迅速提高,在人们排灌和降雨淋盐共同作用下盐分淋洗加快。显然,耕种成土作用代替并超过了自然生草作用,故又称耕种熟化过程,其特点是土壤脱盐熟化的速度快,途径多,人为因素不断强烈地改变着自然成土条件,使滨海盐土朝着非盐化土壤的方向发展。

总之,在水耕熟化过程中,各种类型的滨海盐渍土,包括盐渍淤泥和红树林沼泽盐土等,在灌排、耕作、施肥等综合措施作用下,都能循着中度、轻度盐化,脱盐水稻土方向发展演化(图1-4)。

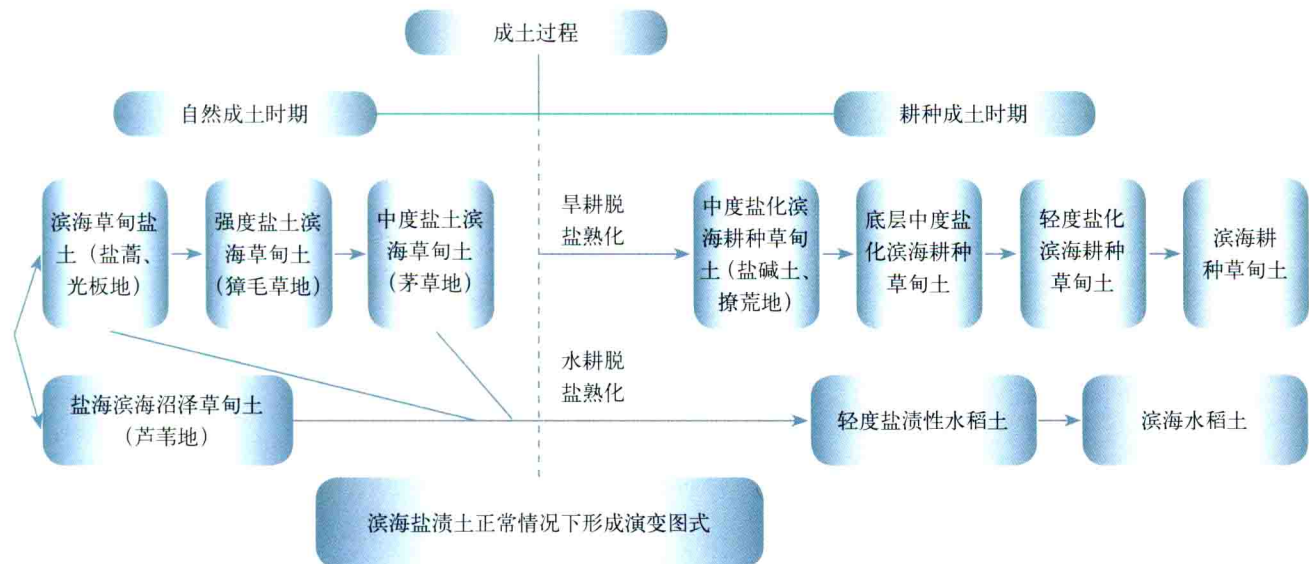


图 1-4 滨海盐碱土成土过程

第二节

滨海盐碱地的园林生态环境

植物的生存依赖于生态环境。在生态环境中,有很多生态因子,如气候因子、土壤因子、地理因子、生物因子以及人为因子等。这些不同的因子相互组合、相互制约,形成了不同的生态环境,也为不同植物生存提供了可能。滨海盐碱地的园林生态环境具有综合性、复杂性、特殊性等特点,在园林规划设计的树种规划、植物配置等方面,受到的制约因素更多。

一、辐 射

太阳辐射强度对园林植物的生态效应产生不同的影响。首先,对植物光合作用的影响。植物



图 1-5 天津滨海盐碱地空旷地区



图 1-6 建筑物较多的城镇空间

的光合作用只在可见光谱内进行,在较弱的光照强度下,光合作用所合成的有机物不足以维持自身的呼吸消耗,因此植物不会有能量的积累,无法进行生长发育。随着光照强度的增强,光合作用所积累的干物质全部用于呼吸消耗,并开始产生积累,从而满足植物的生长发育。如果光照继续增强,可能引起植物的光合器官受损或其他后果,导致对二氧化碳的固定有所减少。第二,对植物生长发育的影响。光合作用合成的有机质是植物生长发育的物质基础,细胞的增大与分化、植物体积的增大、植物内器官生长等均与太阳辐射强度直接相关。第三,对植物形态的影响。在光照不足的情况下,一些喜光的草本植物表现为细长弱嫩;在光照充分的情况下,一些耐阴植物因为生长受到抑制而死亡。在自然界中,植物为适应不同的光照环境,形成了不同的外部特征。如喜光植物的树冠较稀疏,透光性强,自然整枝良好,树皮较厚,叶片短小,叶色较淡。耐阴性树种树冠较密,透光性小,自然整枝不良,树皮较薄,叶色较深。

滨海盐碱地区太阳辐射具有不均匀性。大面积滨海空旷地区,由于空气污染较少,空气透性较强等原因,太阳辐射直射增多,散射辐射较少。而在建筑物较多的城镇中,建筑相互遮阴,空气中颗粒增多,导致太阳辐射直射减少,散射反射较多,同时遮阴处较多,太阳辐射的时间也不相同。滨海地区太阳辐射强度趋势由海洋到内陆递减。如天津塘沽区和汉沽区沿海一带总辐射能量年平均值大于 $5400\text{MJ}/\text{m}^2$,西青、临河靠内陆一带大于 $5300\text{MJ}/\text{m}^2$ 。从日照时数来看,也是由东部滨海到西部内地逐渐减少。据有关统计,两地市内月平均日照时数最多相差 500h 以上。可以看出,滨海盐碱地区太阳辐射和日照时数比较丰富,能够满足园林植物的生长发育(图 1-5, 1-6)。

在园林建设实践中,可以从不同方面提高植物的光能利用率。通常强调适地适树的种植设计原则,



图 1-7 植物对光照的需求不同,空间布置不同

二、温 度



图 1-8 深圳海滨红树林



图 1-9 天津滨海湿地大米草

因为对特定环境最适应的植物种类，其光合能力相应较强，光能利用率较高。在设计人工植物群落时，强调不同层次的植物合理搭配，使每层都能有较好的透光效果。这样，既增加了植物的叶面积系数，能大大地提高对光能的利用率，同时，植物叶片均匀分散，使对光有不同适应性的植物分布在各自适应的层次上。从提高植物对太阳辐射利用率的角度来看，常绿的园林植物通常高于落叶阔叶的园林植物，因为其光合作用时间长，全年可以进行。这也是通常植物配置中，要求常绿树占一定比率的原因之一（图 1-7，1-8，1-9）。

在实际的植物种植设计中，需要种植设计师充分了解相关园林植物对太阳辐射的适应程度，把握植物的耐阴性和适宜的光照周期，通过科学合理的植物配置，处理好太阳辐射与植物配置的关系，为有效发挥各种效益打好基础。

温度对园林规划设计中植物选择具有重要的指导作用，对植物的生长发育、分布和引种驯化等具有重要的生态意义，同时，园林植物又会对小气候产生影响，二者相互影响、相互制约。

滨海地区温度的自然变化主要受纬度高低、海洋水体、季节变化等因素影响。纬度越高太阳辐射量越少，温度逐渐降低。一般纬度增加 1°，年平均温度大约下降 0.5℃。我国位于欧亚大陆的东南部，东面是太平洋，南面靠近印度洋，西面和北面是广阔的大陆。夏季，受热带海洋气团和赤道气团的影响，盛行温暖湿润的海洋气候，从东或南向西或北推进。冬季，受极地大陆气团的影响，盛行寒冷干燥的大陆性气候，从西或北向东或南推进。因此，形成了从东南到西北，大陆性气候逐渐增强的温度变化规律。温度年较差是衡量温度季节变化的指标，通常用一年内最热月与最冷月平均温度的差值表示。如天津滨海地区年气温变化情况如下：年平均气温 12.4℃，年平均气温最高为 13.8℃（出现在 1998 年），年平均气温最低为 10.6℃（出现在 1969 年），极端气温年较差最大为 55.8℃（出现在 1966 年）；1 月最冷，7 月最热。春季气温迅速回升，由 3 月的 4.8℃ 升至 5 月的 19.2℃；夏季各月平均气温在 23.7 ~ 26.4℃ 之间，7 月份平均气温为全年各月的最高值，达 26.4℃，极端最高气温出现在 1999 年 7 月 12 日，为 40.9℃；秋季气温明显下降，平均气温由 21.6℃ 降至 5.8℃；冬季气温降至全年最低值，为严寒期，1 月最冷，平均气温为 -3.6℃，极端最低气温为 -18.3℃（表 1-1）。

温度对植物的分布有重要影响。对于植物来说，有生长最适宜温度、生长极限低温和生长极限高温，植物在其适宜温度范围内，才能进行正常生理活动。一般来说，原产低纬度地区的植物，生长温度较高，耐热性好，抗寒性差；原产高纬度

表 1-1 我国热量带划分表

热量带类型	积温（℃）	最冷月平均气温（℃）	主要植物种类（带“*”为耐盐碱植物）	备注
赤道带	在 9000 左右	年平均气温超过 26	椰子、木瓜、羊角蕉、波罗蜜等	位于北纬 10° 以南的中国海岛地区，年降水量超过 1000mm
热带	≥ 8000	不低于 16	樟科、龙脑香科、橡胶、槟榔、咖啡等	
亚热带	4500 ~ 8000	0 ~ 15	杉木、柏木、马尾松、柑橘、毛竹、夹竹桃*、苏铁等	
暖温带	3400 ~ 4500	-10 ~ 0	雪松*、白皮松*、侧柏*、泡桐*、麻栎等	
温带	1600 ~ 3400	-10 以下	紫椴、水曲柳、色木、千金榆*、黄刺玫*等	以红松针阔混交林为主
寒带	< 1600	低于 -28	落叶松、樟子松*、蒙古栎、榛子等	主要以针叶林为主

地区的植物，生长温度较低，耐热性能差而抗寒性好。园林植物适应不同的温度变化，形成了不同的温度类型，如喜高温植物、喜低温植物、中温植物等。

三、水 分

自然界中所有的生命活动都离不开水，植物也不例外。水对植物的生态作用主要表现在种子萌发、植物高增长、植物根系发育以及植物开花结实等方面。对于盐碱地来说，天津滨海地区近年来的年均降水量不足 500mm，而年平均蒸发量达 1900mm，约为降水量的 4 倍，其中降水量集中在 6～9 月，占全年的 78%～80%。全年月蒸发量均大于月降水量，包括每年的 6～9 月；每年 1～5 月及 12 月的蒸降比为全年最高，尤以 3～4 月最甚，蒸发量为 623 mm，占全年的 32.6%（图 1-10）。对于盐碱地来说，盐化和碱化过程对土壤水分状况产生不利的影响，限制了土壤对植物的最佳水分供应，主要是土壤水分的有效性降低，如粗质地土壤持水能力和田间持水量低，有效水的范围很窄；重质地膨胀黏土持水力

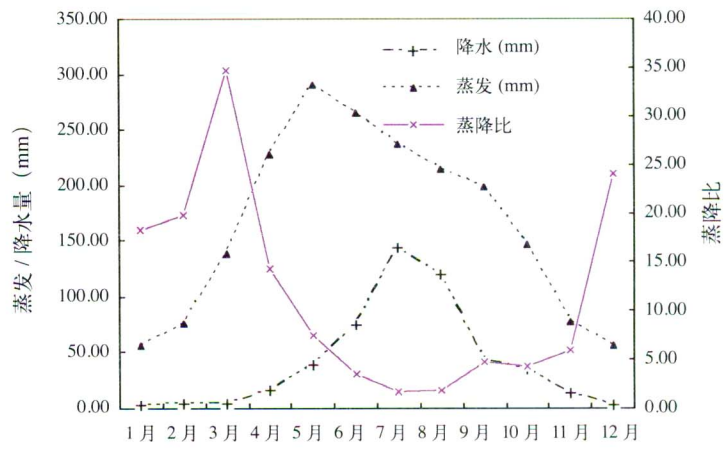


图 1-10 天津滨海地区月均降水量、蒸发量及蒸降比

高，萎蔫含水量也高，有效水范围窄；土壤溶液中的浓度与植物根系组织电解质浓度差变小，使植物吸水困难；土壤毛管导水率和水分扩散率低。这些因素对大多数植物来说很难适应。

植物对水分的适应具有一定范围。当土壤中的水分过少时，植物就会出现萎蔫，生长停止，时间过长就会导致死亡；当土壤中水分过多时，高于最高点时，植物根系就会因缺氧而窒息，烂根甚至死亡；当土壤中水分适宜，植物能很好维持体内水分平衡，生长迅速，发育正常，适应能力也较强。按照植物对水分的适应状况，通常将植物分为 3 类，即旱生植物、中生植物、湿生植物。旱生植物是指在干旱环境下生活，能避开、忍受或适应干旱以维持水分平衡和正常发育的植物；中生植物是比较适应生长在中等水湿条件下的植物；湿生植物

表 1-2 耐旱植物等级

耐旱等级	树 种	备 注
最强	雪松、黑松、响叶杨、加杨、垂柳、旱柳、小叶桉、白桉、栓皮栎、石栎、苦槠、榔榆、构树、柘树、小檗、山胡椒、枫香、桃、枇杷、石楠、火棘、山合欢、葛藤、胡枝子类、黄檀、紫穗槐、紫藤、臭椿、楝树、乌桕、黄连木、盐肤木、飞蛾槭、野葡萄、木芙蓉、君迁子、夹竹桃、梔子花、水杨梅等	经过 5 个月以上的干旱和高温，未采取任何抗旱措施而正常生长或稍缓慢
较强	马尾松、油松、赤松、侧柏、千头柏、圆柏、龙柏、偃柏、毛竹、棕榈、毛白杨、麻栎、榉栎、青冈栎、板栗、白榆、朴树、小叶朴、榉树、桑树、无花果、南天竹、广玉兰、樟树、榉、杜梨、沙梨、杏树、梨树、皂荚、槐树、木槿、梧桐、厚皮香、怪柳、柞木、胡颓子、紫薇、银薇、石榴、八角枫、常春藤、柿树、桂花、丁香、雪柳、金银花、六道木、郁香忍冬等	经过 2 个月以上的干旱和高温，未采取抗旱措施，生长缓慢、有黄叶、掉落及枯梢
中等	罗汉松、白皮松、落叶杉、刺柏、香柏、银白杨、小叶杨、钻天杨、杨梅、核桃、核桃楸、山核桃、梓木、桤木、大叶朴、木兰、厚朴、八仙花、山梅花、杜仲、悬铃木、木瓜、樱桃、樱花、海棠、郁李、刺槐、龙爪槐、朝鲜黄杨、锦熟黄杨、三角枫、鸡爪槭、枣树、葡萄、榉树、茶树、山茶、金丝桃、灯台树、女贞、小蜡、连翘、金钟花、泡桐、樟树、楸树、黄金树、接骨木、锦带花等	经过 2 个月以上的干旱高温不死，有较重的黄叶及枯梢
较弱	华山松、香榧、三尖杉、粗榧、鹅掌楸、玉兰、蜡梅、大叶黄杨、结香、珙桐、四照花、毛叶山桐等	经过 1 个月以内的干旱高温不死，有严重枯梢现象，生命几乎停止，必须及时采取抗旱措施
最弱	银杏、杉木、水松、日本花柏、日本扁柏、白兰花、棕榈树、珊瑚树等	早期 1 个月左右就会死亡，或相对湿度较低、气温高达 40℃ 以上死亡严重